

Cerrando la brecha de STEM + Artes (STEAM) para la investigación e innovación socialmente inclusivas: evidencia de países de ingresos bajos y medianos

Pascale Saint-Denis | Beneficiaria de la Beca de Investigación
Educación y Ciencias | Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo

Resumen

A medida que la producción de conocimiento científico y las tecnologías de vanguardia continúan avanzando rápidamente para generar perspectivas de crecimiento económico, oportunidades de empleo y una mejor atención de la salud, también estamos viendo resultados de inequidades sociales acentuadas en grupos vulnerables en países de ingresos bajos y medianos (PIBM). Dichos resultados e innovaciones han impactado de manera única a las mujeres de identidades y antecedentes que se intersectan, y su representación en la fuerza laboral global en los campos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) sigue siendo baja. Estos problemas de larga data exigen un cambio en los enfoques para realizar investigaciones STEM y reclutar equipos de investigación que puedan reflejar la diversidad de experiencias vividas dentro de las sociedades. El presente estudio investiga la incorporación de la investigación de Artes Creativas y Liberales en STEM (STEAM) realizada en los PIBM para comprender cómo dicha incorporación puede afectar la participación de personas de diversos orígenes, en particular mujeres, y producir conocimientos e innovaciones socialmente relevantes. A través de entrevistas semiestructuradas y una encuesta en línea con científicos STEM en África y América Latina, este informe aclara los beneficios y desafíos de la investigación STEAM, las composiciones de los equipos STEAM y su dinámica, y la integración del género en tales proyectos. Por último, el estudio analiza las rutas futuras de la agenda de investigación de STEAM y las recomendaciones para avanzar hacia un mejor apoyo a las iniciativas y a los investigadores de STEAM.

Ilustración del resumen



Índice

1. Introducción.....	3
1.1 Integrando las artes en STEM - ¿Qué es STEAM?.....	3
1.2 Tendencias de los grupos menos representados en STEM en los PIBM.....	4
1.3 Desgaste de los grupos menos representados en STEM y los factores que influyen en la participación.....	5
1.4 Investigación, tecnología e innovación inclusivas.....	6
2. Objetivos y preguntas de la investigación.....	8
3. Metodología.....	8
3.1 Marco de trabajo conceptual.....	8
3.2 Revisión de la literatura.....	9
3.3 Recopilación de datos primarios.....	10
3.3.1 Perfil de participante de la investigación y estrategia de la muestra.....	10
3.3.2 Encuesta en línea.....	10
3.3.3 Entrevistas semi-estructuradas.....	10
3.4 Análisis.....	11
4. Resultados y discusión.....	11
4.1 Perfil de participante.....	11
4.2 Composición y experiencia de los equipos de investigación STEAM.....	12
4.3 Iniciativas de investigación STEAM y representación de grupos marginados.....	14
4.4 Retos y mejores prácticas de colaboración inter y transdisciplinaria.....	15
4.5 Género, interseccionalidad y resultados socialmente responsables.....	17
4.6 Conocimiento accesible a través de las artes.....	19
5. Conclusión.....	20
6. Agradecimientos.....	21
7. Referencias.....	21

1. Introducción

1.1 Integrando las artes en STEM - ¿Qué es STEAM?

El acrónimo 'STEAM' que une a 'Ciencias', 'Tecnología', 'Ingeniería', 'Artes' y 'Matemáticas' es un término acuñado recientemente en la última década que salió especialmente a la luz cuando los Estados Unidos aprobaron la *Ley Cada Estudiante Triunfa* en 2015, que tuvo como objetivo proporcionar a los estudiantes una educación integral e interdisciplinaria (Ludwig, Boyle & Lindsay, 2017). Los elementos y enfoques de las artes comenzaron a incorporarse en el diseño de los planes de estudio STEM como un marco pedagógico para la educación de Kinder al grado 12 para mejorar la creatividad y la capacidad de resolución de problemas. (Colucci-Gray, Cooke, and Gray 2017; Land 2013). Evidencia temprana ha demostrado que la aplicación de enfoques STEAM en instituciones de educación superior en países de altos ingresos mejoran la retención de mujeres en títulos STEM (Wajngurt & Sloan, 2019), hacen que los estudiantes se adapten al panorama rápidamente cambiante de la ciencia y la tecnología (Universities Canada, 2016) y forman estudiantes competitivos para la fuerza laboral STEM (Segarra et al.2018).

A medida que la literatura que promulga los beneficios de la educación STEAM aplicada continúa creciendo, también hay académicos que advierten contra enfatizar demasiado las expectativas de resultados positivos de las iniciativas STEAM y que abogan por que las artes sean valoradas en sus propios derechos y no solo como un agente potenciador (Ghanbari, 2015). Este debate surge de las nociones de que la creatividad y la innovación no son exclusivas de las artes, ya que son igualmente intrínsecas a las ciencias (Zimmerman, 2017). Además, la variación significativa en la medida en que se integran las artes se caracteriza como un desafío sustancial, tal como lo demuestra una revisión integradora de la educación STEAM realizada por Perigrat & Katz-Buonincontro (2019), que revela que existen opiniones divergentes entre los académicos al referirse al concepto de STEAM. También existe una falta de comprensión y claridad de la 'A' en STEAM y el grado en que las artes se relacionan con las disciplinas STEM. Por ejemplo, los términos de uso común para describir la relación entre STEM y la disciplina artística incluyen "infusión de las artes, integración de las artes, fusión, conexión, combinación e incrustación" (Perigrat & Katz-Buonincontro, 2019, p. 38). Esta amplia gama de términos sugiere que puede haber una desalineación de cómo y por qué se aplican los enfoques artísticos en la educación STEM.

La investigación STEAM en el contexto de este estudio se refiere a la integración de conceptos, métodos y perspectivas de las Artes Creativas (artes visuales, artes escénicas y artes literarias) y de las Artes Liberales (ciencias sociales y humanidades) en la investigación STEM. La profunda división entre las artes y las ciencias en el último medio siglo ha llevado a una brecha notable en la literatura de estudios generales que investigan los beneficios y desafíos de la aplicación de la investigación STEAM, especialmente en países de ingresos bajos y medianos (PIBM) , lo que sugiere que sigue siendo un tema emergente. Llenar esta brecha es fundamental, ya que el uso de métodos de investigación STEM por sí solo no será suficiente para abordar los desafíos multifacéticos relacionados con STEM a los que se enfrentan estas sociedades (Lachman, 2018). Este estudio brinda una oportunidad significativa para avanzar en la comprensión de la investigación y la innovación de STEAM en los PIBM, específicamente cómo pueden afectar la inclusión de grupos subrepresentados en STEM y producir resultados socialmente responsables.

1.2 Tendencias de los grupos menos representados en STEM en los PIBM

La brecha de género de las mujeres en los campos STEM es una preocupación mundial, ya que solo representan aproximadamente el 29% de la fuerza de trabajo STEM en todo el mundo (UNESCO, 2019). Las cifras nacionales y regionales, sin embargo, varían significativamente. Regiones como Asia Central y América Latina y el Caribe se encuentran entre los líderes mundiales en representación STEM de mujeres, logrando una participación del 48,3% y el 45,1%, respectivamente (UNESCO, 2019). La paridad de género en la fuerza laboral STEM se ha alcanzado en varios países de las regiones, tales como Guatemala (53,2%), Argentina (53%), Kazajstán (52,3%) y Panamá (51,8%), e incluso las mujeres dominan como científicas en Venezuela (61,4%) (UNESCO, 2019). Perú (29,9%) y Tayikistán (38,4%) sostienen las cifras más bajas de mujeres científicas en sus regiones y aún así están por encima de la tasa mundial (UNESCO, 2019). Los Estados Árabes (41,5%) no se quedan atrás en el logro de una representación equitativa de las mujeres en la fuerza laboral STEM, pero existe una variación sustancial dentro de la región, como lo demuestra la diferencia entre Kuwait, el país con la tasa de representación más alta con 52,6% y Jordania, el país con la tasa más baja con 21,4%. (UNESCO, 2019). El África subsahariana se mantiene ligeramente por encima del promedio mundial, con el 31,8% siendo mujeres, pero una vez más hay discrepancias entre los países regionales (UNESCO, 2019). Países como Burundi (14,5%), Etiopía (13,3%), Guinea (9,8%), Togo (9,3%), la República Democrática del Congo (6,7%) y Chad (4,8%) se encuentran entre los más bajos en contraste con las Islas Mauricio (48,9%) y Sudáfrica (45,1%) que casi han alcanzado una proporción equitativa de representación de género (UNESCO, 2019). Por último, está Asia Oriental, con el 23,9% de los investigadores STEM siendo mujeres y Asia Meridional y Occidental con el 18,5% (UNESCO, 2019). Myanmar ocupa el lugar más alto del mundo con un dominio notable del 75,6% de mujeres en STEM, mientras que Bangladesh (14,0%), India (13,9%) y Nepal (7,8%) se encuentran entre los más bajos (UNESCO, 2019).

Sin embargo, las cifras de representación equitativa pueden ser engañosas, ya que existen importantes disparidades entre las disciplinas STEM. Por ejemplo, las investigadoras permanecen menos presentes en lo que se considera como las "ciencias duras", como la física, la informática y la ingeniería, donde las matemáticas juegan un papel precursor fundamental (UNESCO, 2017c). Otros campos de STEM cuentan con un equilibrio de género, algunos incluso dominados por mujeres, tal como en las ciencias de la vida, la biología, la medicina y las ciencias de la salud (Huyer, 2015). El campo de la agricultura también está experimentando un cambio en la representación de género a medida que las mujeres se están integrando lentamente y comienzan a asumir posiciones de liderazgo. Sin embargo, este fenómeno de sobrerrepresentación de mujeres en disciplinas específicas, que se conoce como feminización de la fuerza laboral calificada, se ha asociado con una devaluación del estatus y de la remuneración en contraste con los campos dominados por los hombres (Miller, 2016).

Adicionalmente, la recopilación de datos desglosados por sexo y género dentro de los sistemas de ciencias, tecnología e innovación (CTI) plantea una brecha significativa en la literatura (UNESCO, 2107b). También existe una falta de literatura que documente los factores que se intersectan con respecto a las identidades en la fuerza laboral STEM, tales como clase, casta, raza, sexualidad, indigeneidad, discapacidad, maternidad y más, especialmente en los contextos de los PIBM. Este tipo de recopilación de datos es fundamental para coordinar los esfuerzos específicos para

integrar a las mujeres en STEM porque no son un monolito y enfrentan barreras distintas para ingresar y permanecer en el campo según sus identidades y experiencias (Engendering Success in STEM, 2019). Estas brechas deben identificarse para abordar las barreras sistémicas que dificultan el acceso inclusivo a las oportunidades en los campos de trabajo STEM.

1.3 Desgaste de los grupos menos representados en STEM y los factores que influyen en la participación

Se ha observado que las mujeres se van filtrando del flujo funcional STEM con más frecuencia que los hombres (Blickenstaff, 2005), particularmente en la educación terciaria a medida que pasan de la maestría al doctorado, donde la participación cae del 53% al 43% (Huyer, 2015). Subsiguientemente, la presencia de mujeres en STEM alcanza sus niveles más altos de deserción, ya que solo el 29% ingresa a la fuerza laboral. Anteriormente, la baja participación de las mujeres en STEM se justificaba por sus diferencias cognitivas que se pensaba que daban como resultado habilidades matemáticas y científicas inferiores, lo cual ha sido refutado constantemente (Spelke, 2005; Hyde & Mertz, 2009), por ende se generó la pregunta: ¿Cómo se puede explicar el problema de larga data de la subrepresentación de las mujeres en la fuerza laboral STEM?

La baja representación de mujeres en STEM en las últimas etapas de la educación y las primeras etapas de la carrera probablemente esté ligada a sus experiencias educativas como niñas. Asia ejemplifica bien este vínculo, ya que los países donde los niños superan a las niñas experimentan una menor representación de mujeres científicas, tal como la República de Corea (21,2%), y lo contrario es cierto en países como Tailandia (53,2%) y Malasia (48,2%) donde las niñas obtienen mayores logros de aprendizaje que los niños (UNESCO, 2017c; UNESCO, 2019). También se entiende que las puntuaciones más bajas en las asignaturas de matemáticas y ciencias están relacionadas con la ansiedad y la falta de confianza en las habilidades científicas y matemáticas (OCDE, 2015). Es más probable que la diferencia de interés en estos temas se atribuya a factores socioeconómicos y culturales regionales y nacionales. La falta de acceso a la educación, los sistemas educativos inadecuados y los roles y expectativas de género impuestos son factores importantes que pueden obstaculizar la educación general de las niñas y afectar la participación, el interés, la confianza y el desempeño en ciencias y matemáticas en la escuela primaria (UNESCO, 2017a). Para cuando las niñas llegan a la educación secundaria, cuando han aumentado su capacidad para dar forma a sus vías educativas para cursar estudios postsecundarios, su interés en las disciplinas STEM ya se ha visto socavado y ya no se consideran como opciones.

Sin embargo, lograr una representación equitativa no es necesariamente una prioridad para todas las regiones; en algunos contextos, la inclusión efectiva ha ganado prominencia sobre la paridad. Ciertos países que han alcanzado o están cerca de lograr una proporción equitativa de trabajadoras STEM, como varios países de América Latina, por ejemplo, están comenzando a ir más allá de la participación creciente y están abordando cuestiones de equidad en las condiciones laborales de las científicas en la producción de conocimiento científico (IDRC, Colciencias & OCyT, 2018). Intentar lograr la paridad de género en STEM puede ser crucial para promover la igualdad de género, pero no necesariamente equivale a un entorno laboral equitativo y oportunidades laborales accesibles. A medida que las mujeres y las niñas progresan en la educación STEM y la fuerza laboral, se ven constantemente sujetas a barreras sistémicas moldeadas por normas y estructuras que

impactan negativamente en sus capacidades y empoderamiento. Las normas y comportamientos sociales de género se materializan típicamente a través de prácticas de contratación discriminatorias (Eaton et al., 2020) y climas organizacionales hostiles (Settles et al., 2006). Además, es menos probable que las mujeres persistan en campos que mantienen estereotipos de género particularmente fuertes, tales como la física, la ingeniería y la informática (Cheryan et al., 2017), donde tienen pocas posibilidades de obtener puestos de gerente de laboratorio (Moss-Racusin, 2012) o cátedras auxiliares permanentes (Eaton et al., 2020). Es más, las barreras estructurales, como las políticas inadecuadas de licencia por maternidad, juegan un papel importante en provocar que las mujeres se salgan del flujo funcional (Ceci y Williams, 2011; Okeke et al., 2017).

Este grave desgaste de las mujeres en STEM que tiene lugar en la educación superior y la transición a la fuerza laboral es motivo de inmensa preocupación en los PIBM, porque la obstrucción de que las mujeres estén representadas en puestos de liderazgo y producción de conocimiento de manera "[obstaculiza] la innovación y el avance de la economía a medida que se subutilizan grandes franjas de talento" (New York Academy of Sciences, 2014, p. 5). Dado que no se aprovecha el conocimiento de una parte importante de la población, se socava la capacidad de los PIBM para optimizar el crecimiento económico, mejorar la igualdad de género y el acceso a una educación de calidad. Para abordar las barreras sistémicas mencionadas anteriormente en los PIBM, es imperativo que las agencias gubernamentales, los consejos científicos que otorgan fondos y las instituciones de CTI avancen hacia el desarrollo de políticas y prácticas inclusivas, invirtiendo en programas de capacitación destinados a desarrollar las capacidades de las investigadoras STEM e incorporando las consideraciones de sexo y género para diversificar los campos STEM (Okeke et al., 2017; Wang & Degol, 2017; Nielson, Bloch & Schiebinger, 2018; Nikoleyczik, 2012).

1.4 Investigación, tecnología e innovación inclusivas

A medida que las sociedades de ingresos bajos y medios continúan enfrentando desafíos socioeconómicos y políticos complejos, las innovaciones STEM que proponen soluciones nos obligan a analizar el poder y el sesgo que las acompañan. La producción de conocimiento científico tiene una larga historia de exclusión sistémica de individuos de identidades cruzadas tanto como productores que como sujetos de conocimiento, en detrimento del avance de los procesos de innovación y los resultados que responden adecuadamente a las necesidades de la sociedad, en particular las de esos grupos marginados. Desarrollar y generar ciencia socialmente responsable va más allá de esperar la producción de ciencia de calidad, sino más bien que los/las científicos/científicas asuman responsabilidades sociales para que "la investigación [pueda] realizarse en nombre de la sociedad, como expresión y reflejo de las necesidades, intereses y prioridades de la sociedad, y de las consecuencias esperadas o presuntas de los resultados de la investigación" (Bird, 2014). Los hombres blancos sin discapacidades y provenientes de países de altos ingresos han sido típicamente la referencia para comprender todos los cuerpos, e históricamente han sido considerados como las voces más importantes de la ciencia, lo cual desafía esta noción de ciencia socialmente responsable y ha dado como resultado diseños tecnológicos y prácticas científicas que son adecuadas para grupos selectos (Klein, 2019). Aunque ha habido un interés creciente en las innovaciones de género (Comisión Europea y Dirección General de Investigación, 2013; Schiebinger, 2014) y en el uso de enfoques de género en la medicina (Klinge, 2010), la salud (Kelly et al., 2009; Fehrenbacher & Patel,

2019; Bauer, 2014), el cambio climático (Weatherhead, Gearheard & Barry, 2010), la información, comunicación y tecnología (TIC) (Webb & Young, 2005), la neurociencia (Nikoleyczik, 2012; Roy, 2016), y la ingeniería (Udén, 2017), ni el género ni los factores de intersección se habían incorporado de manera rigurosa en la investigación STEM hasta las últimas décadas. Estos descuidos han tenido consecuencias sustanciales en la seguridad y accesibilidad de las innovaciones para los grupos marginados (Tannenbaum et al., 2019).

A medida que los desarrollos tecnológicos continúan avanzando a un ritmo rápido, se requieren equipos de investigación más transdisciplinarios y diversos que utilicen enfoques provenientes de las artes para aprender y mejorar las deficiencias de la producción tecnológica anterior. Desde equipos de protección personal mal ajustados para mujeres (Trades Union Congress, 2017) hasta maniqués de prueba de accidentes automovilísticos que inicialmente no habían tenido en cuenta la diversidad de los cuerpos humanos (Kahane, 2013), estas innovaciones y otras han demostrado cómo los enfoques excluyentes y disciplinarios en STEM pueden generar consecuencias peligrosas para poblaciones específicas. Las tecnologías de vanguardia que toman al mundo por asalto están planteando cuestiones particularmente cruciales de ética y equidad. El uso de la nanotecnología en los países de ingresos bajos y medianos, por ejemplo, ha sido un tema controvertido, ya que sus diversas aplicaciones se han caracterizado como catalizadores para abordar los desafíos del desarrollo en los sectores del agua, la salud y la energía, al tiempo que también amplían potencialmente las brechas socioeconómicas (Ivernizzi & Foladori, 2005). La biotecnología en la medicina es otro ejemplo de una tecnología disruptiva emergente que ha superado los límites éticos y tiene el potencial de agravar las desigualdades si se ignoran los determinantes sociales de la salud (Harcourt, 2007).

De manera similar, el auge de la inteligencia artificial (IA) ofrece perspectivas de crecimiento económico y oportunidades de empleo, pero sus aplicaciones tienen el poder de exacerbar las desigualdades sociales en los PIBM (Smith & Neupane, 2018). Por ejemplo, la IA ha ingresado en los medios de comunicación social que proporcionan grandes espacios públicos para las redes de conexiones sociales y el consumo de noticias. Plataformas como Facebook usan IA para filtrar y censurar el discurso de odio y la información errónea publicada por sus usuarios, un sistema que ha mostrado repetidamente sus graves debilidades y repercusiones mortales en contextos altamente polarizados. En Myanmar, la IA de las redes sociales no logró eliminar el discurso de odio que perpetuó la retórica violenta hacia la minoría étnica rohingya, lo que contribuyó a su genocidio en el 2017 (Serrato & Meyer-Resende, 2018; Miles, 2018). Situaciones similares también ocurrieron en los últimos años en Sri Lanka e India, donde la desinformación generalizada y el discurso de odio que no fue censurado desde la plataforma inflamaron la violencia contra los grupos musulmanes minoritarios (Kamdar, 2020). El uso de tecnologías disruptivas en tales contextos requiere una comprensión y un análisis del contexto sociopolítico en el que se están utilizando, que debe ser realizado por los/las expertos/expertas adecuados.

Adicionalmente, se ha descubierto que varios sistemas de IA reflejan los prejuicios raciales y de género en sus algoritmos, tales como el lenguaje sesgado que perpetúa los estereotipos dañinos de género (Bolukbasi et al., 2016) y el software de reconocimiento facial que no reconoce estructuras faciales y tonos de piel específicos, particularmente los de mujeres con tonos de piel oscuros (Harwell, 2019). Eliminar estos sesgos discriminatorios es un asunto urgente, ya que los sistemas de inteligencia artificial están comenzando a desempeñar un papel en la vigilancia estatal (Feldstein,

2019), la atención médica (Bresnick, 2018) y la educación (Marr, 2018). Brindar acceso a oportunidades laborales equitativas en los sectores STEM a personas de diversos orígenes y considerar igualmente sus puntos de vista son los primeros pasos para comenzar a responsabilizar a los prejuicios humanos (West, Whittaker & Crawford, 2019).

Sin embargo, la diversidad por sí sola no será suficiente para desafiar el poder en la ciencia y la tecnología. Involucrar y valorar las opiniones de artistas, expertos en ética, expertos en género, profesionales del derecho, politólogos, sociólogos y psicólogos, entre otros, en la investigación, el desarrollo y la aplicación de estas tecnologías e innovaciones también será fundamental para mitigar y disminuir sus repercusiones negativas. (Tschopp, 2018; Jensen, 2020; Harcourt, 2008). Por lo tanto, las Artes Creativas y Liberales tienen el potencial de dar conciencia y humanidad a STEM al involucrarse con equipos diversos y transdisciplinarios que tienen la capacidad de abordar las desigualdades sociales persistentes en lugar de reforzarlas (Jensen, 2020).

2. Objetivos y preguntas de la investigación

Este estudio busca contribuir al tema emergente de los resultados de la investigación STEAM mediante la generación de nuevos conocimientos y comprensión del nexo entre STEM, las artes, la inclusión social y la responsabilidad. A continuación los objetivos y preguntas específicas que guiaron esta investigación:

Objetivo 1: Explorar hasta qué punto la integración de las Artes Creativas y Liberales en la investigación STEM puede conducir a incrementar la participación en STEM de individuos con identidades que se intersectan, especialmente mujeres con identidades que se intersectan.

- ¿Los equipos de STEAM hacen esfuerzos deliberados para incluir a personas de diversos orígenes, en particular mujeres de diversos orígenes?
- ¿Los proyectos de investigación STEM que integran preguntas de las artes son más atractivos para estas personas? O más bien, ¿su inclusión influye en la decisión de adoptar una perspectiva, métodos y conceptos basados en las artes?

Objetivo 2: Identificar las oportunidades y desafíos de las iniciativas de investigación STEAM en términos de producir resultados socialmente responsables en los PIMB a través de la colaboración multidisciplinaria, interdisciplinaria o transdisciplinaria.

- ¿Cómo se componen los equipos de investigación de STEAM en términos de experiencia? ¿Cómo trabajan los miembros del equipo colectivamente en un marco común?
- ¿Cómo se diferencia la investigación STEAM de la investigación STEM convencional?
- ¿Las preguntas de investigación, diseño, aplicación y difusión de STEAM desafían las estructuras de poder y las desigualdades existentes? Si es así, ¿cómo?

3. Metodología

3.1 Marco de trabajo conceptual

Esta investigación adopta un enfoque sensible al género, ya que el género es un enfoque central integrado en los antecedentes y la justificación, las preguntas de investigación, la metodología

y el análisis (IDRC, 2019). Aunque este estudio aborda las preguntas sobre las causas fundamentales sistémicas e institucionales de la desigualdad y los desequilibrios de poder, no se considera transformador de género, ya que todavía no puede aplicarse contextualmente para informar las políticas de CTI o las prácticas institucionales. Los estudios generales sobre los beneficios y desafíos de la investigación STEAM en los PIBM siguen siendo pocos, y hay mucha más investigación por hacer para que dichos estudios sean influyentes y transformadores.

Además, esta investigación también consideró los factores de intersección de los grupos sujetos a discriminación debido a sus experiencias compuestas de vida e identidades de género, etnia, raza, clase, casta, discapacidad, maternidad y demás (Crenshaw, 1989). En este informe, estas personas se denominan de manera recurrente 'individuos de identidades que se intersectan' o 'individuos de identidades o antecedentes diversos' para no borrar ni negar ninguna identidad (Bowleg, 2012). Se hizo un esfuerzo activo para sintetizar la literatura sobre dichos participantes para poder comprender las diversas perspectivas en la investigación STEAM y su impacto en su investigación. Sin embargo, para este estudio se prestó especial atención a la participación en las ciencias de mujeres de diversos orígenes según el mandato del IDRC sobre la asignación de esfuerzos para abordar las barreras sistémicas que impactan su integración en STEM y mejoran su representación y rol como líderes (IDRC, 2017).

Este estudio también privilegiará los conceptos de multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad tal como lo presenta la revisión en profundidad de la literatura de Choi y Pak (2006), quienes ofrecen una comparación pertinente para distinguir estos enfoques disciplinarios en equipo: la multidisciplinariedad es aditiva como una ensalada de culturas, ya que se refiere a "diferentes [...] disciplinas que trabajan en un problema en paralelo o secuencialmente, y sin desafiar sus límites disciplinarios" (Choi & Pak, 2006, p, 359). La interdisciplinariedad se considera interactiva como un crisol de culturas, que "provoca la interacción recíproca entre [...] disciplinas, lo que hace necesaria una difuminación de los límites disciplinarios" (Choi & Pak, 2006, p.359). Por último, la transdisciplinariedad es como un pastel, ya que adopta un enfoque holístico al "[involucrar] a científicos de diferentes disciplinas, así como a no científicos y otras partes interesadas y, a través de la liberación de roles y la expansión de roles, trasciende [...] los límites disciplinarios" para producir un "producto final que es de un tipo diferente de los ingredientes iniciales" (Choi & Pak, 2006, p, 359). Estas interpretaciones enfatizan cómo los enfoques disciplinarios no son sinónimos, ya que se intercambian tan comúnmente en la literatura, sino que se sitúan a lo largo de un continuo y tienen diferentes implicaciones. Estas interpretaciones son relevantes para comprender cómo se organizan y llevan a cabo los equipos de investigación STEAM que son inherentemente multi, inter o transdisciplinarios.

3.2 Revisión de la literatura

Este estudio incorporó una revisión bibliográfica en profundidad, realizada a través de una búsqueda en la Web, aplicando palabras clave en motores de búsqueda, foros y plataformas de medios. De esta búsqueda se recopilaron artículos académicos, contenido en línea e informes de acceso abierto relacionados con la investigación y educación STEAM, la investigación STEM inclusiva y las innovaciones de género. El propósito de la revisión de la literatura fue situar la investigación y establecer la base del conocimiento proporcionando contexto y antecedentes, identificando las

brechas y oportunidades, e informando las preguntas de la encuesta en línea y las entrevistas semiestructuradas. La revisión de la literatura continuó durante la ejecución de este proyecto.

3.3 Recopilación de datos primarios

3.3.1 Perfil de participante de la investigación y estrategia de la muestra

Los y las informantes clave reclutados para participar en el estudio estuvieron compuestos por investigadores/investigadoras y científicos/científicas STEM con nacionalidades de países de ingresos bajos y medianos que tienen experiencia en el empleo de las Artes Creativas y Liberales en sus investigaciones en diversas capacidades. Esto se refiere a científicos/científicas STEM que podrían tener antecedentes y experiencia en las artes y podrían aplicar dicho conocimiento artístico en su investigación, o científicos/científicas STEM que han colaborado con expertos/expertas en las artes en equipos de investigación (es decir, equipos STEAM). No se eligió ningún país o región específico para este estudio, ya que la investigación STEAM sigue siendo un tema emergente en los PIBM en general, y este estudio se utilizó como una oportunidad para capturar la riqueza y diversidad de la investigación STEAM en todas las regiones.

La lista de participantes se compiló utilizando una estrategia de muestreo intencional basada en el perfil de participante mencionado anteriormente. El muestreo en bola de nieve demostró ser eficaz para reclutar informantes expertos para las entrevistas, ya que las extensas redes preexistentes de entrevistados/entrevistadas y contactos de referencia permitieron un alcance más voluminoso de encuestados. Sin embargo, esta estrategia generó una tasa más alta de entrevistados provenientes de pocos países, lo que limitó la intención de diversificar la nacionalidad de los/las participantes.

3.3.2 Encuesta en línea

Se empleó una encuesta en línea con preguntas abiertas en un intento de llegar a una alta tasa de participantes para superar las restricciones de viaje y las medidas de distanciamiento social causadas por la pandemia de COVID-19. Sin embargo, este método solo generó ocho respuestas completas y cuatro respuestas incompletas que fueron descartadas y no incluidas en los hallazgos y la discusión. Los participantes debían completar un formulario de consentimiento informado antes de poder acceder a la encuesta, que permaneció abierta desde principios de agosto hasta finales de septiembre de 2020.

3.3.3 Entrevistas semiestructuradas

El segundo método utilizado para recopilar datos primarios fueron las entrevistas semiestructuradas con preguntas abiertas que permitieron a los/las participantes describir y reflexionar sobre sus experiencias al realizar las investigaciones STEAM. Las entrevistas fueron guiadas por una compilación de preguntas predeterminadas y preguntas de sondeo, que fueron sujetas a modificaciones al inicio del proceso de entrevistas. Doce de las entrevistas se realizaron vía telefónica y videollamada para cumplir con las medidas de distanciamiento social implementadas y

restricciones de viaje. Se invitó a todos los/las participantes por correo electrónico y se les pidió que firmaran electrónicamente un formulario de consentimiento informado para garantizar una participación libre y justa. Con el consentimiento del entrevistado, las entrevistas fueron grabadas y luego transcritas y traducidas por la investigadora. Las entrevistas se realizaron desde mediados de agosto hasta principios de octubre de 2020 y se llevaron a cabo en español e inglés.

3.4 Análisis

Este estudio utilizó un enfoque temático deductivo e inductivo para el análisis cualitativo de transcripciones de las entrevistas traducidas y las respuestas de la encuesta abierta. Los temas preliminares fueron informados por la revisión de la literatura y los objetivos de la investigación, y primero fueron codificados manualmente por la investigadora. La codificación de temas y subtemas emergentes se llevó a cabo utilizando el software de análisis cualitativo NVivo 12.

4. Resultados y discusión

4.1 Perfil de participante

La encuesta y las entrevistas incluyeron a doce mujeres, seis hombres y dos individuos no binarios. Los y las participantes también reflejaron una diversidad en cuanto a experiencia y disciplinas de STEM y nacionalidades. Consulte la Figura 1 para ver la distribución de nacionalidades y la Figura 2 para ver la distribución de experiencia STEM de los/las participantes de la investigación.

Métodos	Países	# de participantes
Entrevistas semiestructuradas	Colombia	8
	Bolivia	3
	Perú	1
Encuesta en línea	Brasil	2
	Ghana	1
	Benín	1
	Sudáfrica	1
	Etiopía	1
	Kenia	1
	Tanzania	1
Cantidad	10 países	20 participantes

Figura 1

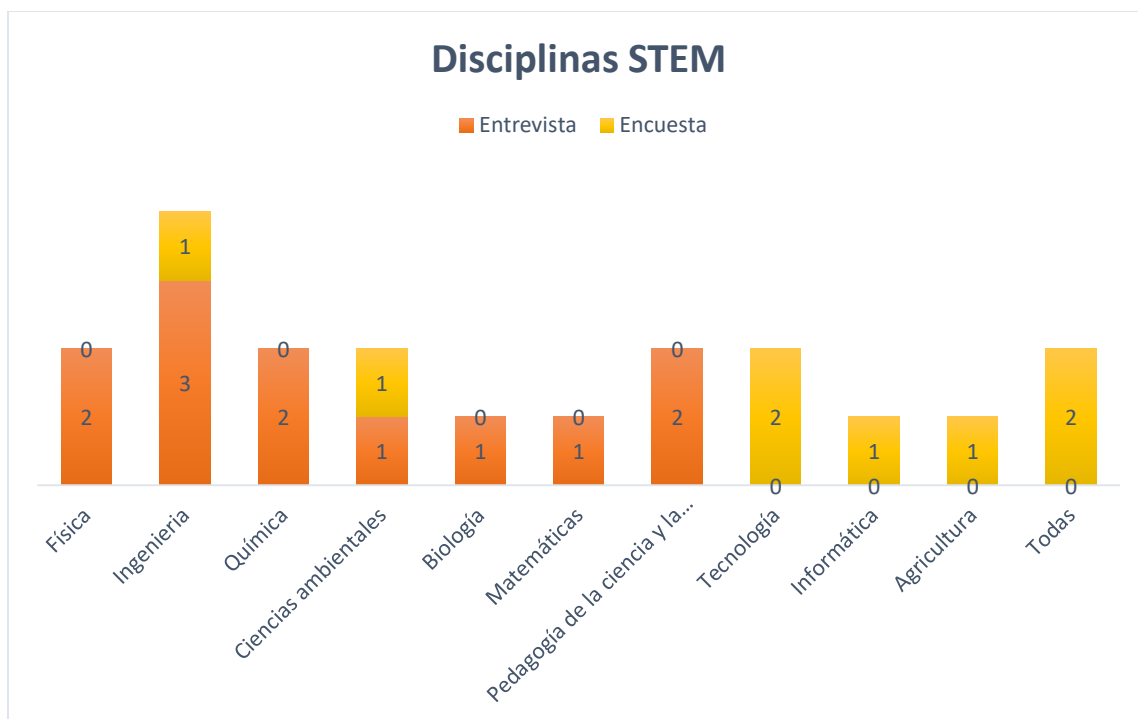


Figura 2

4.2 Composición y experiencia de los equipos de investigación STEAM

Este estudio convocó a científicos/científicas STEM con experiencia previa en el empleo de las Artes Creativas y Liberales en su investigación en cualquier capacidad, ya sea que estuvieran capacitados en ambas áreas o que participaran en equipos STEAM que reunieron a expertos/expertas de STEM y las artes. Los y las participantes demostraron una amplia gama de experiencias en la incorporación de conceptos, métodos y perspectivas de las comunicaciones, la sociología, la antropología, el teatro, el diseño, las artes plásticas, la pintura, la arquitectura, la psicología, la economía y los estudios de género. Como los equipos de investigación de STEAM estuvieron compuestos con mayor frecuencia por investigadores con experiencia disciplinaria específica en las artes o en STEM, los/las participantes afirmaron que reclutar investigadores con experiencia en ambos campos era un desafío importante al formar equipos de investigación:

"A veces es difícil encontrar expertos en ambos campos, por eso reclutamos personas de cada uno para que nos den una visión mucho más integral de lo que queremos analizar [...]"

Estos puntos de vista surgieron principalmente en relación con la preocupación de que la educación STEM tradicional no capacita ni prepara adecuadamente a los/las estudiantes para que se conviertan en investigadores/investigadoras completos. Un entrevistado destacó cómo los/las científicos/científicas STEM se forman en un entorno aislado que dificulta su capacidad para insertarse en proyectos donde el alcance está más allá del conocimiento de su campo:

"[...] es difícil hablar con ingenieros, con científicos, con biólogos, químicos, y el desafío es que se han educado en estos paradigmas de disciplinas rígidas, de las disciplinas que no están comprometidas con el contexto y no tienen relación con él."

Una experiencia compartida entre los/las participantes fue la de investigadores/investigadoras de STEM que intentaron realizar tareas fuera de su área de especialización en las primeras etapas de un proyecto sin el apoyo de científicos/científicas sociales o artistas. Se indicó que esto estaba vinculado a la creencia común de que los/las científicos/científicas STEM poseen la capacidad de asumir cada rol requerido para cumplir con los objetivos de investigación, independientemente de si no han sido capacitados en esa disciplina específica, según lo experimentado por una ingeniera:

"Aprendimos a respetar roles porque definitivamente unos de los grandes problemas con lo que uno tropieza en este tema es "todólogo". Yo te había comentado de que de pronto nosotros no creíamos que íbamos a necesitar a alguien para hacer ningún diseño. En nuestra cabeza, al inicio de las investigaciones, uno considera que tú lo puedes hacer todo, tú puedes planificar, tú puedes desarrollar, tú lo puedes ejecutar, y eso ha pasado por todo el equipo, por todos los procesos, por supuesto que tú puedes capacitar, pero es mentira, definitivamente, y eso me ayudó a mí, personalmente [...]"

Sin embargo, otros reconocieron las limitaciones de sus habilidades y conocimientos y formaron sus equipos de investigación de acuerdo con los requisitos específicos del proyecto. Quienes intentaron asumir conceptos de las artes sin las habilidades adecuadas se decepcionaron cuando los productos finales no fueron bien recibidos y no cumplieron con los objetivos del proyecto. El no asumir múltiples roles debido a la falta de capacitación relevante motivó una reflexión crítica dentro de los equipos sobre la necesidad de colaborar con artistas y científicos sociales. Una ingeniera cuyo equipo de artistas creativos y científicos/científicas desarrolló y comercializó un producto farmacéutico describió su experiencia al llegar a esta conclusión:

"[...] fuimos ingresando en una primera instancia, fueron elementos que requeríamos que salga solo de nosotros, o sea, artística y esa parte creativa pueda ser desarrollada como capacidad inherente de cada de los investigadores. Y, los hicimos [risas]. No te puedo decir que los resultados hayan sido buenos [risas]. Cuando lanzamos eso hacia afuera, las críticas sobre el producto y todo el proceso investigativo era súper bueno, pero la imagen, el diseño y todo demás, era... catastrófico [...]"

Al reunir a expertos/expertas e investigadores/investigadoras de disciplinas específicas con la experiencia de ambos campos cuando fuera posible, los equipos de STEAM desarrollaron colaboraciones multidisciplinarias, interdisciplinarias y transdisciplinarias para diseñar, desarrollar, ejecutar y difundir su investigación. Los marcos multidisciplinarios no se adoptaron comúnmente entre los/las investigadores/investigadoras, ya que en su mayoría favorecían la investigación interdisciplinaria y transdisciplinaria. Esto indica un nivel relativamente fuerte de compromiso entre disciplinas en lugar del nivel mínimo que categoriza la multidisciplinariedad. Los equipos STEAM que emplearon métodos de las Artes Creativas generalmente asumieron un marco interdisciplinario ya que los/las artistas se involucraban más en los pasos finales de las iniciativas de STEAM para la

difusión de la investigación o hacer un producto más agradable visualmente para el público objetivo. En contraste, los equipos transdisciplinarios del estudio generalmente pidieron una incorporación más integral de componentes de las Artes Liberales, tal como aplicar una lente social al marco conceptual, incluyendo consideraciones y análisis de género y la participación de las comunidades. Estas características iluminan la brecha en cómo las artes visuales, las artes escénicas y las artes literarias se están incorporando en la investigación y aplicación STEM en comparación con las ciencias sociales y las humanidades.

4.3 Iniciativas de investigación STEAM y representación de grupos marginados

Al observar cómo estuvieron compuestos los equipos STEAM en términos de género, específicamente, fueron predominantemente equipos con equilibrio de género o que involucraron principalmente mujeres. Pocos participantes se habían involucrado en equipos dominados por hombres o en equipos con miembros que no se identificaban ni como hombres ni como mujeres. Este resultado es interesante debido a la priorización de la experiencia sobre la identidad de género al formar equipos STEAM. Los/las científicos/científicas STEM afirmaron que a menudo confiaron en sus redes profesionales para encontrar otros/otras investigadores/investigadoras que participaran en su iniciativa, aunque hubo equipos que hicieron esfuerzos activos para tener un equilibrio de género a pesar de los desafíos de encontrar expertos/expertas de géneros específicos:

"Sí, siempre tratamos de tener un equilibrio, pero en el contexto africano siempre es un desafío porque generalmente casi siempre tenemos más hombres que mujeres".

Se ha reportado que solicitar financiación segura para la investigación STEAM presenta oportunidades para la inclusión social, ya que la financiación puede requerir equipos con equilibrio de género. Una ingeniera describe cómo este incentivo afectó la inclusión de mujeres en su proyecto:

"En el proyecto, cuando escribíamos el documento para presentar para aplicar para los fondos, sí, sabíamos que iban a valorar mucho la equidad de género, o que haya igual número de mujeres, igual número de hombres. Igual algo que está dentro de los componentes del proyecto de investigación es básicamente como aboradas género en medio ambiente dentro de la investigación."

La integración de personas de marginados como investigadores/investigadoras en proyectos STEAM también fue un problema cuando se reclutaron miembros del equipo, ya que su baja representación en la educación superior plantea una barrera. Los equipos STEAM aún lograron incluir estudiantes femeninas, estudiantes con discapacidades, estudiantes de bajos niveles socioeconómicos, minorías étnicas e individuos de la comunidad LGBTQ. Es importante señalar que los/las participantes de la investigación que pertenecían a equipos diversos, especialmente aquellos/aquellas que incluían más mujeres e individuos que se identificaban fuera del binario de género, comentaron que el proceso de reclutamiento de estos investigadores ocurrió orgánicamente. Esto se debe a que sus diferentes perspectivas y experiencias vividas les atrajeron más a los temas no convencionales abordados por la investigación de STEAM. Dos informantes expertas expresaron esta experiencia:

"[El equipo] fue formado por "Queers", por gente rara, por los nerds, los que no son de [la ciudad], los que son de la periferia pero están interesados en las artes que se hallan en la ciencia, por ejemplo. No sé, esas personas simplemente se juntan. Hicimos una convocatoria para esos estudiantes; son las personas que nos rodean. Y con ellos, terminamos de trabajar. No sé, es una conexión natural."

"Fue natural incluir las artes en nuestra investigación STEM. Principalmente porque, como mujeres, con diferentes antecedentes, maternidad, género y experiencias sexuales, también dirigimos nuestras investigaciones y estudios personales a través de enfoques diversificados."

Además, una ingeniera comentó como tener una diversidad de perspectivas creó un clima seguro y un espacio de intercambio donde se sentían cómodos e incluidos:

"Pero, en cambio estar en un grupo donde hay personas que son de diferentes carreras, haces amigos psicólogos, amigas sociólogas, estás con otros ingenieros, matemáticos, crea como un ambiente neutro en el cual ya no tienes el temor a discutir, a expresar tus opiniones y creo que te sientes un poquito más natural. Creo que eso es una... un aspecto muy interesante de incluir a las artes dentro de la investigación, que se hacen STEAM, es que sientes más neutralidad, sientes más confianza también y, bueno, eso es muy provechoso por el proyecto de investigación, que la gente se sienta más cómoda [...]"

4.4 Retos y mejores prácticas de colaboración inter y transdisciplinaria

Se identificaron varios desafíos a partir de las entrevistas y las respuestas de la encuesta con respecto a la investigación STEAM interdisciplinaria y transdisciplinaria. Entre estos desafíos se encuentra la fuerte división percibida entre expertos/expertas en artes y de STEM, como se refleja en la literatura. Por ejemplo, un investigador que no había realizado la investigación STEAM hasta que se involucró en su proyecto actual describió la experiencia de romper la tendencia a trabajar en silos entre disciplinas para avanzar hacia un enfoque interdisciplinario:

"Creo que decimos : " Alguien más lo va a hacer", pensamos "Yo solo hago la parte técnica" y así lo hemos venido abordando en muchas de las empresas de ingeniería. Pero estos últimos años, hemos estado trabajando más con profesionales de otras disciplinas, no nos hemos dado cuenta de que no es así, que es realmente necesario abordar un problema de manera integral."

Además, los/las participantes discutieron la falta ocasional de voluntad de los miembros del equipo STEAM, ya sea de STEM o de las artes, para aceptar o comprender la relevancia de conocimientos, métodos y conceptos diferentes de los que están acostumbrados a aplicar. Al ser escépticos/escépticas sobre la adopción de ciertos aspectos de otras disciplinas, el desarrollo del diseño y la ejecución de la investigación se veía obstaculizado, a pesar de la necesidad de tal

incorporación en los proyectos. Se sugirió que estas divisiones arraigadas surgían de nociones preconcebidas negativas de otras disciplinas y de quienes las practicaban:

"[...] me di cuenta que hay ciertas percepciones que se tenían sobre lo que es la ingeniería, que eran acertadas, pero había muchas percepciones que yo consideraba que no son tan acertadas, por ejemplo, algo que salía mucho en el taller cuando los sociólogos especialmente hablaban del trabajo en las comunidades, se tenían un poquito, tipo de que "El ingeniero iba a decir a las personas que deben hacer". Entonces, como que parece que nos miraban como personas que le dicen a las personas que hacer, y, realmente que siempre creen tener la razón."

Otro desafío importante que surgió en todos los países fue la falta de oportunidades de financiamiento para la investigación colaborativa STEAM. Los participantes afirmaron que los consejos científicos otorgantes, las instituciones de educación superior y los ministros de ciencias se enfocaron más en proporcionar financiamiento para focalizar proyectos disciplinarios en temas como salud, agricultura y tecnología. Un participante también expresó que la pandemia reciente solo acentuaría la escasez de fondos disponibles para que la investigación STEAM invierta en esfuerzos disciplinarios. Sin embargo, en contraste con estas frustraciones, también se sugirió que el financiamiento gubernamental para la investigación STEAM está comenzando a ganar prominencia y se está volviendo más abierto a financiar proyectos interdisciplinarios:

"Creo que actualmente hay fondos, porque la política del gobierno actual decidió enfocarse en algo que son las industrias creativas, y dentro de las industrias creativas, reconocen la participación del arte, como puede ser en gran medida de manera autónoma, como un práctica y en otra medida como un instrumento de entretenimiento, o un instrumento de ... la difusión del conocimiento. Por lo tanto, creo que hay un presupuesto en este momento de capacidad media [...]"

Surgieron ejemplos específicos de las mejores prácticas de investigación STEAM, tal como la realización de reuniones mensuales y anuales con todos los miembros del proyecto para intercambiar y comunicar ideas de manera colaborativa, desarrollar el diseño de la investigación y escribir los resultados finales. Se decía que esta práctica, aunque requiere mucho tiempo, mejora en última instancia el desempeño del grupo y mejora el trabajo colaborativo. Además, los/las investigadores/investigadoras se esforzaron por establecer un enfoque transdisciplinario para sus equipos STEAM en el que tanto el conocimiento artístico como el científico pudieran ser utilizados y valorados por igual, como lo ilustra el siguiente comentario:

"Entonces, como verás, son trabajos muy interdisciplinarios de verdad, incluso pienso yo, porque trabajamos con [científicos sociales], los escuchamos, tomamos en cuenta lo que ellos dicen en la comunidad, incluso diría yo una aproximación a la transdisciplina. Porque forman parte de la misma investigación ellos, y su opinión cuenta, la tomamos muy en cuenta, ese es el enfoque con el que estoy trabajando en los últimos tres años. "

Una investigadora relató cómo su formación tanto en ciencias sociales como en STEM le permitió facilitar la conexión entre campos para desarrollar una dinámica tan transdisciplinaria:

"[...] mi formación, tengo esa formación de un doctorado en sociología e ingeniería, entonces siempre ha existido ese puente entre esas disciplinas, y estoy conectada con grupos de ciencias sociales. [...]"

En equipos interdisciplinarios compuestos por investigadores/investigadoras de disciplinas específicas, las tareas y responsabilidades se delinearon a miembros específicos para priorizar la utilización de sus habilidades y conocimientos para los fines de sus funciones:

"[...] hay un dicho, se dice "Zapatero a tus zapatos". Entonces, cuando ya llegaba, ¿sabes lo que significa este dicho? Es que, si tú eres un experto listo, entonces todo lo que significar trabajar en esa área, lo tienes que hacer tú. Pero más allá de eso, no, porque no es tu área."

4.5 Género, interseccionalidad y resultados socialmente responsables

A pesar de las barreras y los desafíos mencionados, los/las investigadores/investigadoras expresaron que los resultados generados a partir de la investigación colaborativa STEAM superaron estos problemas. En particular, discutieron las diferentes formas en que su investigación desafía las estructuras de poder y la desigualdad al reconocer y abordar primero el hecho de que las tecnologías y las innovaciones no están libres de sesgos. Las estrategias y los esfuerzos para desafiar las estructuras de poder difirieron entre los proyectos incluidos en la investigación en función de los objetivos y el alcance de la investigación. Los proyectos STEAM que se enfocaron específicamente en abordar la igualdad de género, por ejemplo, incorporaron consideraciones de género en múltiples etapas del diseño de la investigación, incluyeron mujeres como participantes de la investigación y aplicaron un análisis basado en el género. Se sugirió que las distintas experiencias vividas dentro de diversos equipos inspiró la decisión de emprender un enfoque central de género en la investigación. Un químico describió esta interacción:

"No, creo que [el género y la diversidad son] nuestros temas, nuestras luchas. No podemos disociar nuestra vida académica de nuestro activismo. Nuestro activismo, debemos hacerlo desde la academia, desde nuestras metodologías. Allí está nuestro activismo. Hacemos nuestro propio activismo en las calles, en las marchas. Son nuestras vidas, no podemos desvincularnos de lo que somos."

Los/las participantes también discutieron que considerar el género como un enfoque central puede no siempre ser apropiado, dependiendo de si el contexto de la investigación lo requiere y lo que el proyecto espera lograr. Sin embargo, más allá de las cuestiones de género, también se reportó que la experiencia de científicos/científicas sociales y artistas apoya la adopción de un enfoque interseccional para incorporar consideraciones de diversas identidades marginadas, tales como raza, clase, etnia, discapacidad y maternidad dentro de la metodología y el análisis de la justificación. Este tema se reiteró especialmente en el contexto de la realización de investigaciones en las comunidades,

ya que los/las investigadores/investigadoras que poseían un amplio conocimiento de los problemas sociales y culturales permitieron a los equipos de STEAM construir puentes y fomentar la confianza con sus participantes en la investigación. Otro químico cuyo estudio investiga los riesgos para la salud de trabajar con pesticidas en comunidades locales explicó cómo necesitaban ganarse la confianza de los miembros de la comunidad para poder determinar la cantidad de pesticidas en su sangre. Las siguientes dos citas de dicho investigador capturan su experiencia trabajando con expertos que pudieron conectar con las comunidades:

" Si hubiese tenido otro enfoque de el que yo hacía antes, porque antes había hecho un estudio parecido solo no con un equipo interdisciplinar, pues, era... conseguí menos participantes en el estudio antes. Porque llegamos a la comunidad, hacemos una explicación y ya está, en cambio ahora, el abordaje es distinto gracias a las ciencias sociales. El ganar la confianza de la comunidad es muy diferente."

"[...] los que venían de sociología, so solamente tenían experiencia en temas de género, sino que además tenían experiencia en temas de estudios con etnias distintas, temas de raza. Entonces, ellos ya tenían las cuestiones bien claras, habían hecho investigación al respecto, en otros temas, pero que abordaban tanto el tema de género como el tema de raza."

Además, la integración de las Artes Creativas en el diseño de productos finales destinados a ser utilizados eficazmente en las sociedades los hizo más apetecibles. Los/las participantes discutieron cómo sus innovaciones se volvieron más accesibles para el uso del público al emplear conceptos artísticos visuales. Por ejemplo, un proyecto STEAM transdisciplinario está aplicando un enfoque interseccional para el desarrollo de prótesis para mujeres con discapacidades físicas e incorporó elementos del diseño para hacerlas estéticamente agradables y aumentar la tasa de utilización por parte de su público objetivo. Las Artes Creativas también permitieron a los/las investigadores/investigadoras abordar temas sociales sensibles, tal como lo ejemplifica un proyecto que unió a artistas e ingenieros para crear actores virtuales que comunicaran testimonios de personas reales que desaparecieron debido al conflicto armado interno del país.

Adicionalmente, una ingeniera señaló que la utilización de métodos de investigación y conocimientos no convencionales en sí misma desafía las nociones jerárquicas de conocimiento que están tan arraigadas en las instituciones científicas:

"[...] Para hacer visible... un poco la invisibilidad de los sistemas de evaluación que solo toman en cuenta el producto del conocimiento hegemónico. Entonces, en ese sentido existe una discusión sobre ciertas prácticas que llamamos 'prácticas huérfanas', investigación que no se reconoce, que es invisible. Hay potencial, pero las instituciones no los valoran. Entonces, hay una discusión, y también la investigación en redes para visibilizar esa producción de conocimiento que se puede hacer en la periferia de las redes."

4.6 Conocimiento accesible a través de las artes

Una aplicación común de las artes en las innovaciones e investigaciones interdisciplinarias de STEAM entre los/las participantes fue con fines de difundir los conocimientos científicos. Discutieron cómo las artes permitieron una diversificación de productos finales y resultados que están fuera de las normas de los productos de investigación científica que solo pueden ser entendidos por personas bien versadas en la materia, tales como los trabajos y artículos académicos.

“[...] No me interesan los “papers”. Pero sí, tenemos un montón de películas, folletos ... las cosas que usamos para trabajar con las comunidades no son “papers”. Videos, cortometrajes. Porque no podemos llegar allí y decir que escribiremos un artículo, eso no pasa por mi mente. No utilizar métodos provenientes de las artes sería incongruente. Y si quisiéramos hacer un proyecto algún día con música, nuestro producto sin duda sería una canción. O una pieza musical. Porque si trabajamos desde las artes, los productos deben ser provenientes de las artes, del diseño”.

Ejemplos de productos finales desarrollados por los equipos de investigación incluyeron murales, pinturas, esculturas, obras de teatro, representaciones de danza, poesía, películas, trabajos de diseño gráfico y otros. Este papel de las Artes Creativas también destacó la necesidad de reconocer y valorar productos distintos como productos para presentar resultados de investigación. Un investigador destacó cómo esta diversificación requiere un mejor reconocimiento de las Artes Creativas:

“Si queremos validar el espacio para las artes, debemos empezar a transformar cosas así, que los productos de las artes no son papeles. Y la forma de trabajar desde las artes no produce papeles, son piezas, por ejemplo diseño gráfico. Son obras de arte si hablamos de artes plásticas. Es la producción de cortometrajes si trabajamos con lo visual. No podemos estar obligados a producir papeles. Y así es como trabajamos en términos de esa conexión, de reconocer el valor de las artes. El valor de las artes está en la forma en que se expresan.”

Se decía que estas estrategias de traducción del conocimiento fueron particularmente útiles cuando los equipos STEAM realizaron investigaciones en comunidades donde las tasas de alfabetización son bajas y los artículos científicos no son prácticos para difundir los resultados de la investigación. Sin embargo, otros participantes refutaron la idea de utilizar las Artes Creativas específicamente como un medio para difundir el conocimiento científico debido a que se limitan a desempeñar un papel secundario en lugar de ser acogidos por su plena capacidad creativa. Esta opinión contraria queda demostrada por el siguiente comentario:

“Creo que es un error pensar en las artes de una manera instrumental. Es una lástima, um ... pero es un muy común, utilizar las artes como mecanismo de difusión para transmitir una idea. ¿Sí? Debido a que existe una subordinación del lugar de las artes, las artes están subordinadas al plan cognitivo de la ciencia, por ejemplo, la ingeniería, la tecnología.”

Las diferentes creencias sobre este uso de las Artes Creativas reflejan lo que se encontró en la literatura con respecto a los diferentes propósitos entre los/las académicos/académicas que emplean enfoques STEAM.

5. Conclusión

El propósito de este estudio fue generar conocimiento sobre la medida en que los enfoques STEAM se utilizan para avanzar en la investigación en los PIBM, y los beneficios que dichos enfoques aportan a la empresa de investigación en los campos STEM, particularmente en cuanto a la baja representación de grupos marginados, así como en la producción de investigación e innovaciones socialmente responsables. A partir de la literatura y las experiencias de los/las expertos/expertas, este estudio ha resaltado la importancia de fomentar el trabajo colaborativo entre las ciencias y las artes para hacer que los resultados de STEM sean más humanos e inclusivos de experiencias y grupos que tradicionalmente han sido excluidos de contribuir a la producción de conocimiento científico. Si bien coordinar y facilitar la experiencia multi, inter y transdisciplinaria conlleva desafíos importantes, como el acceso a la financiación, la división entre campos y la formación de equipos diversos, el potencial y las oportunidades que la investigación STEAM puede ofrecer son inmensos.

Haciendo eco de lo que se encontró en la literatura, los resultados de la investigación apuntan a la creciente necesidad de una diversificación de perspectivas de varias disciplinas artísticas y de ciencias sociales para contribuir a dar forma a las innovaciones e investigaciones STEM que desafían activamente la influencia del sesgo humano. Además, los proyectos STEAM que adoptan consideraciones de género y factores de intersección tienden a involucrar a diversos equipos de individuos con diversas identidades que se intersectan, y viceversa. Sin embargo, también hubo un rechazo al uso de cuotas en lugar de priorizar las destrezas y habilidades de un individuo independientemente de su género. Las mejores prácticas de las dinámicas de equipo STEAM inter y transdisciplinarias de uso común incluyeron invertir tiempo en reuniones de equipo, seminarios y talleres mensuales o anuales, desarrollar marcos integrales para involucrar a cada actor de las disciplinas relevantes y delinear tareas y responsabilidades basadas en la experiencia. Finalmente, otro hallazgo significativo que surgió de las entrevistas y encuesta es el uso de las artes para difundir y traducir el conocimiento científico accesible a múltiples públicos y comunidades.

En conjunto, estos hallazgos respaldan las recomendaciones para que las partes interesadas relevantes apoyen mejor a los/las investigadores/investigadoras STEAM y a mujeres diversas en STEM en distintos niveles institucionales:

- 1) Consejos de concesión de ciencia, ministros de ciencia e instituciones de educación superior para brindar oportunidades de financiamiento sobre varios años para iniciativas de investigación STEAM interdisciplinarias y transdisciplinarias con requisitos específicos de consideraciones de género;
- 2) Desarrollar y promover aún más los estudios de posgrado STEM o las iniciativas de capacitación en investigación que incorporen las artes en las instituciones de educación superior de los PIBM, y;

- 3) Mejorar los métodos de recopilación de datos interseccionales y desglosados por género de la fuerza laboral STEM para desarrollar políticas más específicas en apoyo de la inclusión y la diversidad.

A pesar de su pequeño número de informantes debido en parte a COVID-19, este estudio ofrece información valiosa sobre cómo las preguntas abordadas en la investigación STEAM multi, inter y transdisciplinaria pueden atraer a investigadores y investigadoras de diversos orígenes, en los PIBM para que su potencial puede ser aprovechado. Este tema ha sido descuidado en gran medida por la literatura hasta ahora; por lo tanto, este estudio establece las bases para una investigación necesaria sobre la integración de las Artes Creativas y Liberales en proyectos STEM y sus implicaciones con respecto a la inclusión social y la producción de resultados socialmente responsables en tales emprendimientos. En términos más generales, será fundamental que se realicen más investigaciones a gran escala sobre los resultados de la investigación STEAM en los PIBM para que estos enfoques se conviertan en una práctica común.

6. Agradecimientos

Me gustaría dar las gracias a todos los miembros del equipo de Fundamentos para la innovación que me brindaron un apoyo inestimable durante todo el año. Estoy especialmente agradecida a mi mentor Luc Mougeot, quien me ha guiado en varios aspectos de mi desarrollo profesional, investigación y objetivos académicos, así como en mi vida personal. Un agradecimiento especial a los/las investigadores/investigadoras que se tomaron el tiempo de participar en este estudio y brindaron referencias, comentarios y apoyo general.

7. Referencias

- Bauer, G. (2014). Incorporating intersectionality theory into population health research methodology: Challenges and the potential to advance health equity. *Social Science & Medicine*, 110, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.03.022>
- Bird, S. J. (2014). Socially Responsible Science is More than "Good Science". *Journal of Microbiology & Biology Education*, 15(2), 169-172. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4278471/>
- Blickenstaff, J. C. (2005). Women and Science Careers: Leaky Pipeline or Gender Filter? *Gender and Education*, 17(4), 369–386. <https://doi.org/10.1080/09540250500145072>
- Bolukbasi, T., Chang, K. W., Zou, J., Venkatesh, S & Kalai, A. (2016). Man is to Computer Programmer as Woman is to Homemaker: Debiasing Word Embeddings. *Cornell University*. <https://arxiv.org/pdf/1607.06520.pdf>
- Bowleg, L. (2012). The Problem with the Phrase *Women and Minorities*: Intersectionality – an Important Theoretical Framework for Public Health. *American Journal of Public Health*, 102(7), 1267-1273. doi: 10.2105/AJPH.2012.300750
- Bresnick, J. (2018). *Top 12 Ways Artificial Intelligence Will Impact Healthcare*. Health IT Analytics. <https://healthitanalytics.com/news/top-12-ways-artificial-intelligence-will-impact-healthcare>

- Carli, L. L., Alawa, L., Lee, Y., Zhao, B., & Kim, E. (2016). Stereotypes about gender and science: Women ≠ scientists. *Psychology of Women Quarterly*, 40(2), 244–260.
<https://doi.org/10.1177/0361684315622645>
- Ceci, S.J., Williams, W.M., 2011. Understanding current causes of women's underrepresentation in science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1014871108>
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological Bulletin*, 143(1), 1-35.
<https://doi.org/10.1037/bul0000052>
- Choi, B. C., & Pak, A. W. (2006). Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and investigative medicine*, 29(6), 351–364.
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Cooke, C., Davies, R., Gray, D. & Trowsdale, J. (2017). Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning. *British Educational Research Association – Research Commission*.
<https://jotrowsdale.files.wordpress.com/2017/11/bera-research-commission-report-steam.pdf>
- Crenshaw, K. (1989). Demarginalizing the Intersection of Race and Sex: A Black Feminist Critique of Antidiscrimination Doctrine, Feminist Theory and Antiracist Politics. *University of Chicago Legal Forum*, 1989(8).
<https://chicagounbound.uchicago.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1052&context=uclf>
- Eaton, A.A., Saunders, J.F., Jacobson, R.K., West, K. (2020). How Gender and Race Stereotypes Impact the Advancement of Scholars in STEM: Professors' Biased Evaluations of Physics and Biology Post-Doctoral Candidates. *Sex Roles*. doi: 10.1007/s11199-019-01052-w
- Engendering Success in STEM. (2019). *Intersectionality in STEM*.
<http://successinstem.ca/wp-content/uploads/2019/10/Intersectionality-in-STEM-Final.pdf>
- European Commission, and Directorate-General for Research. (2013). Gendered Innovations: How Gender Analysis Contributes to Research. *Report of the Expert Group "Innovation through Gender*. https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/gendered_innovations.pdf
- Fehrenbacher, A. & Patel, D. (2019). Translating the theory of intersectionality into quantitative and mixed methods for empirical gender transformative research on health. *Culture, Health & Sexuality*, 1–16. doi: 10.1080/13691058.2019.1671494
- Feldsteing, S. (2019). The Global Expansion of AI Surveillance. *Carnegie Endowment for International Peace*. <https://carnegieendowment.org/2019/09/17/global-expansion-of-ai-surveillance-pub-79847>
- Ghanbari, S. (2015). Learning Across Disciplines: A Collective Case Study of Two University Programs that Integrate the Arts with STEM. *International Journal of Education & the Arts*, 16(7), 1-21. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1069829>
- Harcourt, W. (2008). Heading blithely down the garden path? Some entry points into current debates on women and biotechnologies. In *Women in biotechnology*, ed. Francesca Molino, and Flavia Zucco, 35–69. New York, NY: Springer.

- Harwell, D. (2019). *Federal study confirms racial bias of many facial-recognition systems, casts doubt on expanding use*. The Washington Post. <https://www.washingtonpost.com/technology/2019/12/19/federal-study-confirms-racial-bias-many-facial-recognition-systems-casts-doubt-their-expanding-use/>
- Huyer, S. 2015. "Is the gender gap narrowing in science and engineering?" in UNESCO Science Report: towards 2030, 85-103. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235447>
- IDRC. (2017). *The world needs more women scientists*. <https://www.idrc.ca/en/stories/world-needs-more-women-scientists#:~:text=The%20Organization%20of%20Women%20in,low%20and%20middle%20income%20countries.>
- IDRC. (2019). *Transforming gender relations. Insights from IDRC research*. https://issuu.com/idrc_crdi/docs/wd_13_000_gender_e-file_en?e=34655515/70235030.
- Invernizzi, N. & Foladori, G. (2005). Nanotechnology and the developing world: Will nanotechnology overcome poverty or widen disparities? *Nanotechnology Law and Business*, 2(3), 294–303.
- Jensen, B. (2020). *How AI and Art Hold Each Other Accountable*. Stanford University. https://hai.stanford.edu/blog/how-ai-and-art-hold-each-other-accountable?utm_source=Stanford+HAI&utm_campaign=3bc405ad0c-EMAIL_CAMPAIGN_2020_09_20&utm_medium=email&utm_term=0_aaf04f4a4b-3bc405ad0c-
- Kahane, C. J. (2013). Injury vulnerability and effectiveness of occupant protection technologies for older occupants and women. *National Highway Traffic Safety Administration*. <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/811766>
- Kamdar, B. (2020). *Facebook's Problematic History in South Asia*. The Diplomat. <https://thediplomat.com/2020/08/facebooks-problematic-history-in-south-asia/>
- Kelly, U. A. (2009). Integrating Intersectionality and Biomedicine in Health Disparities Research. *Advances in Nursing Science*, 32(2), 42– 56. doi: 10.1097/ANS.0b013e3181a3b3fc
- Khady Lo, N. (2020). Préjugés sociaux et challenges professionnels: les nombreux défis des scientifiques africaines. *BBC*. <https://www.bbc.com/afrique/region-54268826>
- Klein, J. (2019). *Fighting the Gender Stereotypes That Warp Biomedical Research*. The New York Times. <https://www.nytimes.com/2019/05/30/health/gender-stereotypes-research.html?>
- Klinge, I. (2010). Innovative Changes in Biomedicine: Integration of Sex and Gender Aspects in Research and Clinical Practice. In *GenderChange in Academia*, edited by Birgit Riegraf, Brigitte Aulenbacher, Edit Kirsch-Auwärter, and Ursula Müller, 231–42. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lachman, R. (2018). *STEAM not STEM: Why scientists need arts training*. The Conversation. <https://theconversation.com/steam-not-stem-why-scientists-need-arts-training-89788>
- Land, M. H. (2013). Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM. *Procedia Computer Science* 20: 547–52.
- Ludwig, M. J., Boyle, A, & Lindsay, J. (2017). Review of Evidence: Arts Integration Research Through the Lens of the Every Student Succeeds Act. *American Institutes for Research*. <https://www.wallacefoundation.org/knowledge-center/Documents/Arts-Integration-Research-Every-Student-Succeeds-Act-ESSA.pdf>

- Marr, B. (2018). *How is AI Used in Education - Real World Examples of Today and a Peek Into the Future*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/07/25/how-is-ai-used-in-education-real-world-examples-of-today-and-a-peek-into-the-future/?sh=19dbda85586e>
- Miller, C. C. (2016). *As Women Take Over a Male-Dominated Field, the Pay Drops*. The New York Times. <https://www.nytimes.com/2016/03/20/upshot/as-women-take-over-a-male-dominated-field-the-pay-drops.html>
- Miles, T. (2018). *UN investigators cite Facebook role in Myanmar crisis*. Reuters. <https://www.reuters.com/article/us-myanmar-rohingya-facebook-idUSKCN1G02PN>
- Moss-Racusin, C.A., Dovidio, J.F., Brescoll, V.L., Graham, M.J., Handelsman, J., (2012). Science faculty's subtle gender biases favor male students. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211286109>
- Nanowerk. (2012). *Nanotechnology for development*. <https://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=24927.php>
- The New York Academy of Sciences. (2014). *The Global STEM Paradox*. https://www.nyas.org/media/15805/global_stem_paradox.pdf
- Nielson, M. W., Bloch, C. W. & Schiebinger, L. (2018). Making gender diversity work for scientific discovery and innovation. *Nature Human Behaviour*, 2, 726-734. <https://www.nature.com/articles/s41562-018-0433-1>
- Nikoleyczik, K. (2012). Towards Diffractive Transdisciplinarity: Integrating Gender Knowledge into the Practice of Neuroscientific Research. *Neuroethics*, 5(3), 231–245. <https://doi.org/10.1007/s12152-011-9135-3>.
- OECD. (2015). Girls' lack of self-confidence, in *The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence*, OECD Publishing, Paris. doi: <https://doi.org/10.1787/9789264229945-6-en>
- Okeke, Iruka N., Chinedum P. Babalola, Denis K. Byarugaba, Abdoulaye Djimde, and Omolaja R. Osoniyi. (2017). Broadening Participation in the Sciences within and from Africa: Purpose, Challenges, and Prospects. *CBE—Life Sciences Education*, 16(2). doi: 10.1187/cbe.15-12-0265
- Orange, E., Weiner, E., & Ranasinghe, E. (2018). *10 Trends to Watch in 2018 & Beyond*. Omidyar Network. https://www.omidyar.com/sites/default/files/file_archive/10%20Trends%20to%20Watch%20in%202018%20%20Beyond_Omidyar%20Network.pdf.
- Perignat, E. & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Roy, D. (2016). Neuroscience and Feminist Theory: A New Directions Essay. *Signs*, 41(3), 531–552. <https://doi.org/10.1086/684266>.
- Salamanca-Buentello, F., Persad, D. L., Court, E. B., Martin, D. K., Daar A. S. & Singer, P. A. (2005) Nanotechnology and the Developing World. *PLOS Medicine*, 2(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020097>
- Schiebinger, L. (2014). Gendered Innovations: Harnessing the Creative Power of Sex and Gender Analysis to Discover New Ideas and Develop New Technologies. *Triple Helix*, 1(9). <https://doi.org/10.1186/s40604-014-0009-7>

- Segarra, V. A., Natalizio, B., Falkenberg, C. V., Pulford, S., and Holmes, R. M. (2018). STEAM: Using the Arts to Train Well-Rounded and Creative Scientists. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 19(1). doi: 10.1128/jmbe.v19i1.1360
- Settles, I. H., Cortina, L. M., Malley, J. and Stewart, A. J. (2006). The Climate for Women in Academic Science: The Good, The Bad and The Changeable. *Psychology of Women Quarterly*, 30(1), 47-58. <https://doi.org/10.1111/j.1471-6402.2006.00261.x>
- Serrato, R. & Meyer-Resende, M. (2018). *AI can't fix Facebook*. Politico. <https://www.politico.eu/article/facebook-myanmar-rohingya-opinion-ai-cant-solve-facebooks-problems/>
- Smith, M. & Neupane, S. (2018). Artificial intelligence and human development: toward a research agenda. *International Development Research Centre*. <http://hdl.handle.net/10625/56949>
- Spelke, E. S. (2005). Sex Differences in Intrinsic Aptitude for Mathematics and Science? A Critical Review. *American Psychologist*, 60(9), 950–958. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.60.9.950>
- Tannenbaum, C., Ellis, R. P., Eyssel, F., Zou, J., and Schiebinger, L. (2019). Sex and Gender Analysis Improves Science and Engineering. *Nature* 575 (7781), 137–46. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1657-6>
- Trades Union Congress. (2017). *Personal protective equipment and women: Guidance for workplace representatives on ensuring it is a safe fit*. <https://www.tuc.org.uk/sites/default/files/PPEandwomenguidance.pdf>
- Tschopp, M. (2018). *Psychology of Artificial Intelligence. Foundations, Range, Implications from a Humanities Perspective*. SCIP. <https://www.scip.ch/en/?labs.20180215>
- Udén, M. K. (2017). Implementing Feminist Theory in Engineering: Obstacles within the Gender Studies Tradition. *European Journal of Engineering Education*, 42(3), 336–48.
- UNESCO. (2017a). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479>
- UNESCO. (2017b). *Measuring Gender Equality in Science and Engineering: Working Paper 2, the SAGA Toolkit*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259766>.
- UNESCO. (2017c). *10 Facts about Girls and Women in STEM in Asia*. <https://bangkok.unesco.org/content/10-facts-about-girls-and-women-stem-asia>
- UNESCO. (2018). *Measuring Gender Equality in Science and Engineering: The SAGA Survey of Drivers and Barriers to Careers in Science and Engineering. Working Paper 4*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266146.locale=en>.
- UNESCO. (2019). *Women in Science*. <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/fs55-women-in-science-2019-en.pdf>
- Universities Canada. (2016). *From STEM to STEAM*. <https://www.univcan.ca/media-room/media-releases/from-stem-to-steam/>
- Wajngurt, C. & Sloan, P. J. (2019). Overcoming Gender Bias in STEM: The Effect of Adding the Arts (STEAM). *InSight: A Journal of Scholarly Teaching*, 14, 13-28. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1222869.pdf>

- Wang, M. T. & Degol, J. L. (2017). Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions. *Educational Psychology Review*, 29(1), 119–140. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>
- Webb, P., Young, J., & Webb, P. (2005). Perhaps It's Time for a Fresh Approach to ICT Gender Research? *Journal of Research and Practice in Information Technology*, 37(2), 147–160.
- Weatherhead, E., Gearheard, S., and Barry, R. G. (2010). Changes in Weather Persistence: Insight from Inuit Knowledge. *Global Environmental Change*, 20(3), 523-28.
- West, S. M., Whittaker, M. & Crawford, K. (2019). *Discriminating Systems. Gender, Race, and Power in AI*. AI Now Institute. <https://ainowinstitute.org/discriminatingystems.html>.
- Zimmerman, A. S. (2017). The STEAM Inherent in STEM: A Mathematical Example. *The STEAM Journal*, 3(1). <https://scholarship.claremont.edu/steam/vol3/iss1/13/>